

지속가능한 설계(Sustainable Design)

양 병 이*

- <目 次> -	
I. 머리말	VI. 지속가능한 설계방법
II. 환경문제의 심각성	VII. 지속가능한 설계의 과정
III. 지속가능한 개발(ESSD)의 의미	VIII. 지속가능한 설계의 외국사례
IV. 지속가능한 설계의 개념	IX. 우리나라에서의 지속가능한 설계를 위한 과제
V. 지속가능한 설계를 위한 원칙	

I. 머리말

도시나 건물은 그 사회의 가치관이나 욕구 그리고 기술과 태도들이 투영된 결과물이라고 할 수 있다. 도시나 건물의 설계나 시공과정을 보면 기술집약적이 되어가고 에너지를 더 많이 소비하는 형태로 변해 가고 있다. 오늘날 대부분의 건물이나 도시들은 입지하고 있는 지역의 태양, 물, 공기, 바람 등의 자연요소를 전혀 배려하지 않은채 고립된 인공환경을 만들어 가고 있다. 그 결과 도시나 건물은 환경오염을 더 많이 일으키고 자연생태계를 더 많이 훼손해 가는 방향으로 흘러가고 있다. 최근들어 환경문제가 인류가 당면한 가장 주요한 문제로 대두됨에 따라 이를 해결하기 위한 지구적 노력이 이루어지면서 개발과 환경을 조화시킬 수 있는 지속가능한 개발이라는 목표가 설정되고 이를 달성하기 위한 시도들이 각 분야에서 나타나고 있다. 선진국에서는 도시설계, 건축설계, 조경설계, 제품설계 등의 설계행위가 지속가능한 개발이란 목표를 달성하도록 이루어져야 한다는 철학을 가지고 지속가능한 설계가 대두되고 확산되면서 새로운 설계패라다임으로 정착되어 가는 추세에 있다. 본 연구에서는 환경설계 특히 단지설계에 적용할 수 있는 새로운 설계패라다임으로서의 지속가능한 설계의 원칙과 방법들을 제시하고 외국의 사례들을 분석하여 우리나라에서 이를 도입하기 위해서 선결되어야 할 과제에 대해 논해 보고자 한다.

*서울대학교 환경대학원 교수

Ⅱ. 환경문제의 심각성

매년 농업용, 목재용, 연료용 목적으로 그리고 산성비와 대기오염으로 인해 지구의 산림면적이 17백만 ha씩 감소하고 있고 약 240억 톤의 표토가 유실되며, 토지이용의 잘못으로 약 6백만 ha(60,000 km²)의 사막이 새로이 형성되고 있다. 북반구의 공업지대의 호수는 수천개가 생물학적으로 죽어있고 현재도 수천개가 죽어가고 있으며 아프리카, 중국, 인도, 북아메리카의 일부지역은 지하수위가 현저히 낮아지고 있는 실정이다. 또한 식물종과 동물종이 매일 약 140종씩 사라지는 것으로 추정되며 향후 20년동안에 지구상의 모든 종의 약 5분의 1이 사라질 것으로 추정된다. 미국의 32개주에서 지하수가 50종류의 농약으로 오염되어 있고 약 2,500개의 유독폐기물 매립지가 정화가 필요하다. 지구온난화의 주범인 탄산가스의 영향으로 지구온도가 2050년까지 1.5°C-4.5°C가 상승할 것으로 예상되며 해수면도 2100년까지 1.4m-2.2m 상승할 것으로 예상된다. 남극지역 오존층의 구멍도 점차 확대되어가고 있어 지구적인 오존층 감소 현상이 나타날 것으로 예상된다(U.S. National Park Service, Denver Service Center, 1993).

우리나라의 경우 대기오염 실태를 살펴보면 1994년 현재의 오염치를 10년 전인 1984년의 오염치와 비교해 볼 때 울산은 제외하고 서울, 부산, 대구, 광주, 대전, 인천 등의 대도시는 년평균 아황산가스(SO₂) 농도가 감소된 반면 오존(O₃)은 증가하였고 서울과 인천은 이산화질소(NO₂)도 증가하였다(표1 참조). 이는 대기오염이 개선되었다기 보다는 대기오염의 오염양상이 바뀌어가면서 악화되고 있다는 것을 의미한다.

또한 서울 관악산의 산림토양을 지난 1972년과 1993년의 22년간을 비교하면 토양산도가 pH 5.4에서 pH 4.5로 급속히 산성화되어 가고 있음을 보여주고 있고 서울지역의 곤충류도

〈표 1〉 주요 도시별 대기오염도의 년도별 비교(1984년, 1994년)

도시	아황산가스(ppm)		오존(ppm)		이산화질소(ppm)	
	1984	1994	1984	1994	1984	1994
서울	0.066	0.019	0.008	0.014	0.029	0.032
부산	0.050	0.023	0.010	0.014	0.030	0.024
대구	0.040	0.038	0.010	0.015	0.072	0.023
광주	0.026	0.013	*	0.015	*	0.022
대전	0.030	0.021	*	0.014	*	0.019
인천	0.056	0.022	0.010	0.014	0.014	0.029
울산	0.024	0.030	0.039	0.014	0.033	0.026

자료: 환경부, 대기오염 측정 종합자료집, 1995. 1.

1950년대에 비해 1980년대에 1/5 수준이하로 감소함을 보여주고 있다(이경제, 1994). 이와 같은 자료로 볼 때 우리나라의 환경오염도는 이미 심각한 수준에 와 있음을 알 수 있다.

Ⅲ. 지속가능한 개발(ESSD)의 의미

‘지속가능한 개발’이라는 용어는 영어의 ESSD(Environmentally Sound and Sustainable Development)를 한글로 번역한 ‘환경적으로 건전하고 지속가능한 개발’을 약하여 부른 용어이다. ‘지속가능한 개발’에서의 ‘개발’은 단순한 ‘성장’의 의미를 넘어서 보다 포괄적인 의미를 내포하고 있다.

‘성장’이란 생활수준의 향상을 의미하며 이것은 소득의 증대로 나타나는 반면, ‘지속가능한 개발’에서의 ‘개발’이란 성장을 의미하는 소득의 증대뿐 아니라 건강, 교육, 평등 등 전체적인 사회적 복지의 지속적인 증진을 포함한 ‘삶의 질(Quality of Life)’의 향상에 그 목적을 둔다고 하겠다. 즉, ‘지속가능한 개발’은 ‘삶의 질’의 향상을 목표로 한다고 할 수 있다(Pearce, D., Markandya, A. and Barbier, E. B., 1989). ‘지속가능한 개발’에 대해 가장 널리 알려진 정의는 Brundtland가 ‘환경과 개발에 관한 세계위원회(WCED)’에 제출한 보고서인 ‘Our Common Future’에 나타나 있는 것으로서 “미래 우리 후손의 욕구를 충족시킬 수 있는 능력과 여건을 저해하지 않으면서 현세대의 욕구를 충족시키는 개발”이라고 정의하고 있다(WCED, 1987). 이 정의는 다음의 두가지 중요한 개념을 내포하고 있는 데 첫째로, 여기서 말하는 현세대 욕구란 특히 세계의 빈곤을 우선적으로 해결하기 위한 욕구를 주로 의미하고 있다. 자원의 남용과 환경의 파괴를 막고, 문화유산을 보호하며 사회적 불안정을 해소하기 위해서는 절대적 빈곤의 해결이 첫번째 목표가 되어야 함을 강조하고 있다. 둘째로, 현재와 미래세대의 욕구를 만족시키기 위한 과학기술과 사회조직의 능력에는 한계가 있음을 전제로 한다. 다시 말해서 ‘지속가능한 개발’은 인구의 크기와 성장이 생태계의 생산능력의 한계안에서 조화를 이룰 때 추구될 수 있으며 그 한계는 자원탐사, 기술발전 방향, 투자방향, 제도 변화, 인식 변화 등을 통하여 달라질 수 있음을 의미한다. 이러한 의미에서 ‘지속가능한 개발’은 고정된 조화상태가 아니라 계속적인 변화의 과정이라고 말할 수 있다.

단순한 소득의 증진이라는 차원을 넘어서 ‘삶의 질’의 향상을 추구하며 미래 세대의 욕구나 선택권에 대한 배려까지 고려하는 ‘지속가능한 개발’에 대해서는 여러학자들의 많은 정의가 있으나 그 공통적인 맥락은 다음의 3가지로 요약할 수 있다(Stedman, B.J. and Hill, Teresa, 1992). 첫째는 자연 및 문화 환경에 대한 가치를 중요하게 다룬다. 자연환경은 전통적으로 취급되어온 경제적 자원으로서 뿐만 아니라 ‘삶의 질’을 향상시키는데 필요한 환경의 질로서 그 가치를 평가받아야 함을 강조한다. 둘째는 단기적 환경영향 뿐만 아니라 장기적인 환경영향도 고려한 사전 예방적인 조치의 필요성을 강조한다. 예를 들어 한 정권이 그 공약을

실천하는 기간인 5-10년 정도의 단기간 뿐 아니라 우리의 후손들이 받게 될 영향을 고려하는 장기적인 시각속에서 개발행위를 바라보아야 한다. 셋째는 세대내의 형평과 세대간의 형평을 강조한다. 개발이 지속 가능하기 위해서는 모든 개발행위가 가져오는 결과를 후손에게 물려줄 유산으로 간주하여야 하며 이것은 결국 적어도 선조에게서 물려받은 것(자연자원, 문화자원, 자본)만큼은 후손에게 물려줘야 함을 의미한다. 자연자원, 문화자원, 자본에 대한 현 세대의 욕구를 충족시키려는 개발행위가 후손들의 선택을 제한한다면 이는 후손들의 형평성을 침해한다고 할 수 있다. 그리고 한 세대내의 지역간 개발 수준의 차이에서 발생하는 개발행위의 차별성을 인정하고 지역간의 균형적인 발전을 위해 노력해야 함을 강조하고 있다.

결론적으로, '지속가능한 개발'에서는 인간의 복지가 경제적 발전을 통해 달성되지만 그것은 자연자원에 의존할 수 밖에 없음을 보여주고 있으며, 이것은 또한 미래 세대의 복지를 고려하는 범위까지 확장된 사회적 평등도 포함해야 함을 강조하고 있다. 요컨대 '지속가능한 개발'은 생태계 안정성의 유지, 경제성장의 관리, 사회적 평등의 증진을 추구하는 개념이다. 환경에 대하여 적절한 가치를 부여하고 미래지향적이며 장기적 시각을 강조하며 현세대내에서는 물론, 세대간의 형평도 추구해야 함을 밝히고 있다.

Ⅳ. 지속가능한 설계의 개념

지속가능한 설계란 도시설계, 단지설계, 조정설계나 건축설계, 실내디자인, 제품디자인, 섬유디자인, 그래픽디자인 등을 친환경적인 설계가 되도록 하는 설계를 의미한다. 지속가능한 설계와 유사한 개념으로 녹색설계(Green Design), 생태적설계(Ecologic Design)라는 개념이 사용되기도 한다. 즉 단지의 배치나 공간구성에서 환경오염을 최소화하도록 가능한 한 자동차 이용을 줄이고 보행이나 자전거 이용을 활성화하도록 보행이 가능한 단지배치를 하고 자전거 도로를 적극적으로 설치한다. 또한 단지내의 건물은 태양에너지를 최대한 이용할 수 있도록 배치하며, 바람이나 그늘등의 자연요소를 적극적으로 활용하여 에너지절약을 할 수 있도록 단지 설계시 배려하고 물이나 자원의 재활용을 적극적으로 하는 설계를 한다. 오수를 정화하는 방법도 기계적인 방식을 이용하지 않고 자연생태계의 정화능력을 활용하여 연못과 수생식물을 통한 정화방식을 채택하는 설계를 한다. 이미 오래전 부터 조성되었던 생태공원도 지속가능한 설계개념이 공원설계에 도입된 형태라고 볼 수 있다.

건축분야에서의 지속가능한 설계는 생태건축(환경공생형주택 혹은 환경건축으로 불림)으로 나타나고 있다. 생태건축의 기본아이디어는 건축물을 자연생태계의 일부로 만들어야 한다는 것이다. 자원과 에너지를 절약하는 수준을 넘어서 물, 공기, 토양등 자연의 순환체계를 거스르지 않게 하는 것이다. 예를 들어 건축으로 파괴되는 토양시스템을 보상하기 위해 지붕위를 흙으로 덮는 목조 진흙주택을 짓고 지붕위 흙에 잔디나 야생초를 심어 쾌적한 공기를 제공하도록

한다. 또는 빗물을 거의 대부분 재활용할 수 있도록 한다든지 태양열을 최대한 활용하고 건축 재료를 유독가스나 악취 등의 오염물을 배출하지 않으며 재활용이 가능한 재료를 이용하는 건축물을 짓는 사례가 많이 나타나고 있다.

제품설계등에 있어서의 지속가능한 설계는 생산제품의 환경적 성능이 향상되도록 하여 제품 원료의 구득 및 생산에서부터 소비후의 쓰레기로 처분되는 제품의 일생에 걸친 모든 과정에서 환경에 미치는 영향을 최소화시키도록 하는 설계를 의미한다. 원료의 선택에서부터 재활용이 가능한 원료를 선택하고 생산과정에서도 물과 에너지를 최소로 소비하고 오염물질 배출을 최소화하며 제품의 수명이 다하여 쓰레기로 되었을 때도 재활용이 가능하도록 제품을 만드는 것을 말한다(D. Mackenzie, 1991).

지속가능한 설계란 인간의 문명이 자연세계의 구성요소라는 인식하에 인류사회가 무한하게 지속가능하려면 자연이 보존되고 영속되어야 한다는 이념과 인간의 발전이 보전의 원칙을 예증해 주고, 매일의 생활에서 이러한 원칙이 적용되도록 촉진시키는 철학을 가지고 이루어진 설계라고 할 수 있다. 지속가능한 설계라는 개념에서는 미래의 기술은 생물지역적 패턴과 규모내에서 주로 기능을 해야 한다는 것을 주장하고 있다. 즉 생물학적 다양성과 환경적 통합성을 유지하고 대기, 물, 토양의 건강에 기여하며 생물지역(Bioregion)의 조건을 반영하도록 설계와 건설을 통합하고 인간의 이용에 의한 영향을 감소시키도록 하는 것을 의미한다(U.S. National Park Service, Denver Service Center, 1993). 또한 지속가능한 설계란 과학과 기술을 적용하는 것으로서 뿐아니라 하나의 종이 오랜 기간동안 지배하는 것을 허용하지 않는 세계에서 균형을 찾고, 적응하며 생존하기 위한 인간의 희망을 믿고 행동하는 것을 의미한다. 지속가능한 설계에서 의존하는 지식이란 인간 정신의 산물과 자연의 과정간에 균형된 연관성과 적응적 조화를 의미하는 생태학에 의존하게 된다. 통합적인 관점이 지속가능한 설계의 본질적 부분이 된다(Sim Van der Ryn and Peter Calthorpe, 1986).

지속가능한 설계(Sustainable design)와 유사한 명칭으로는 지속가능한 개발(Sustainable development), 자연형 설계(Design with nature), 환경적으로 민감한 설계(Environmentally sensitive design)와 총체적 자원관리(Holistic resource management) 등이 있는데 이들 개념은 어떤 이름으로 불리든 지속가능성 즉 시간의 흐름에 따라 스스로 유지가능한 자연시스템과 문화시스템이라는 능력이 핵심을 이룬다.

이제까지의 환경설계에서도 생태적 원리가 미적원리와 함께 설계의 주요한 원칙으로 고려되어 왔지만 그 결과는 환경문제를 해결하는 데 그다지 기여하지 못했으며 건축설계나 도시설계의 차원에서는 생태적 원리가 중요하게 다루지 못했기 때문에 더욱 반환경적인 건물과 도시가 되어가고 있음을 알 수 있다.

Motloch는 이제까지의 설계패러다임의 뿌리가 대부분 데카르트주의적이었고 환원주의적이라는 기본적 가설에서 출발하였으며, 환경설계가들은 도시를 경험하는 사람들의 건강이나 증

대되는 체계의 건강에 대한 환경의 영향이 아니라 주로 설계되는 물리적 요소에 관심을 가져왔다고 하고, 우리의 설계된 환경이 삶을 영위하는 장소로서 건강하고 동태적인 장소가 되려면 설계이념의 전환이 필요하다고 주장하고 있다. 새로운 설계의 목표는 생태적, 인간적 건강과 생태적, 체계적 지속성이 될 것이라고 보고 지속가능성의 수용은 아직 주류로서 제도화되지 못하고 있지만 계속 성장하고 있고 이것은 설계의 의사결정에 필요한 2차적 변화를 도입해 주는 능력을 갖는다고 한다. 새롭게 나타나는 패러다임의 전환이 주류가 되면 환경설계 분야의 생태적, 문화적 역할의 주요한 재정의와 이러한 전문분야내에 책임있는 의사결정을 무엇이 구성하는가에 대한 재정의의 초래할 것이라고 예측하고 있다(J. L. Motloch, 1990).

지속가능성(Sustainability)이란 맥락에 따라 달라질 수 있어 다른 장소에서는 다른 해결책이 나온다는 것을 함축하고 있다. 도시지역에서의 지속가능성은 그 지역에서 생명을 지탱해 주는 광합성과 생물학적 분해, 생화학적 과정과 같은 자연적 과정을 통해 지속적으로 공급해 줄 수 있는 것과 균형되게 도시지역에서 에너지와 물질을 이용하는 것을 의미한다. 이는 도시에서 에너지를 감축하며 식량과 섬유, 에너지를 위한 농작물을 재배하고 쓰레기를 재활용하며 에너지를 얻기 위한 생산적공간과 혼합된 보다 소규모이고 간결한 도시패턴을 함축적으로 의미한다(Sim Van der Ryn and Peter Calthorpe, 1986).

오늘날에도 고밀도의 개발이나 혼합용도개발, 자연형태양열건물, 환경영향평가보고서 등은 일반화되었지만 누락되어 있는 부분이 있다. 즉 지역사회(Community)는 장소의 자연에 대한 경외감이 표현되어야 한다. 이러한 경외감은 우리 지역에 대한 즉 수계, 기후, 지질, 식생, 동물, 활동, 생명체에 대한 매일매일의 이해를 보여주어야 한다. 이러한 이해는 자연이 대규모 옥외박물관에 놓여 있는 것과 같은 정적인 보존의 범주를 벗어나야 한다. 우리의 장소는 단순한 거주공간이 아니라 생태계내의 서식처라는 의미를 향해 가야 한다.

앞에서 제시된 여러가지 개념들을 요약해 보면 지속가능한 설계란 인간이 자연생태계의 구성요소라는 인식하에 지속가능성을 목표로 하여 생물학적다양성과 환경적통합성을 유지한다는 설계이념으로 도시설계, 단지설계, 조경설계, 건축설계, 실내디자인, 제품설계등의 설계가 친환경적으로 이루어지도록 하는 설계라고 할 수 있다.

V. 지속가능한 설계를 위한 원칙

이제까지 환경설계분야의 주류는 (표 2)에서 제시된 바와 같은 환원주의자들의 데카르트주의적 관념에 빠져 있었다. 예를 들어 현대 도시에서 계획가는 성장을 위한 계획을 하고 설계가는 세부적 요소들을 설계하지만 대부분의 경우 어떤 설계가도 도시를 복합적이고 전체적인 것으로 설계하지 않는다. 다시 말해서 도시를 지속가능하고 물리적이고 경험적인 존재로 설계하지 않는다. 환경설계분야의 주류가 데카르트주의의 관념의 틀을 고수하고 증대된 생태적, 인간

적 건강을 위한 통합된 체계로서 물리적, 문화적 경관의 관리보다는 오히려 설계전문분야의 임무와 사회적 가치를 요소들과 부분별 프로젝트를 설계하는 것으로 인지하는데 만족하기 때문이다. 우리는 종종 설계된 구성부분과 설계되지 않은 구성부분들을 포함한 환경의 전체성이 생태적 체계의 전반적 건강(지속가능성)에 미치는 영향이나 환경의 전체성이 인간에게 갖는 생리적, 심리적 영향보다는 우리가 설계한 요소들과 이러한 요소들의 순수성에 초점을 맞추고 있다. 데카르트주의적 의미에서 우리는 종종 통합적이고 상승적이고 복잡한 경험의 논점보다는 형태나 미의 개별적 문제에 설계를 환원시킨다. 우리들은 흔히 의뢰인이나 설계과업의 요구를

〈표 2〉 데카르트적 패러다임과 전체론적 패러다임

	데카르트적 패러다임	전체론적 패러다임
접근방법	환원적 기계적 세분적 실증론적/결정론적 자기주장적/남성적	전체론적/통합적 유기적/생태적 체계적 현상적 반응적/여성적
기본적 신념	물가치적 과학 객관성 정확성 절대적 기계적 법칙 근원적 법칙 인과적 법칙 전문화 정태론 논리를 통한 진리 정신과 물질의 분리 예술과 과학의 분리 공간과 시간의 분리 분리성 부분들이 전체를 결정 독립성	가치를 갖는 과학 주관성 성향성 불확실성/보완성 유사성 상호연관관계 통계적 인과성 일반화 내재적 동태론 직관을 통한 통찰력 정신과 물질의 일체성 예술과 과학의 일체성 공간과 시간의 일체성 나눌수 없는 전체/상호관계성 전체가 부분을 결정 상호의존
초점	사물: 측정 예측 양 분석	관계의 상관적 망: 관찰 질 종합
인간-환경 관계	자연위의 인간 착취	자연과 조화 관리

자료: Motloch, John L.(1990), Introduction to Landscape Design, 박찬용, 현종영 공역(1995), 조경설계론, pp. 258.

위해 설계를 하고 있으며 경관보다는 건물과 단지만을 설계한다(Motloch, 1990).

지속가능한 설계에서는 모든 설계대안들이 국지적, 지역적, 세계적 환경의 자연자원과 문화 자원에 미치는 영향을 인식해야 한다. 지속가능한 설계원칙의 모델은 독일 하노버시에서 개최되는 EXPO 2000을 위해 개발된 다음과 같은 하노버원칙(Hannover Principles) 혹은 지구를 위한 권리장전(Bill of Rights for the Planet)에 잘 예시되어 있다(U.S. National Park Service, Denver Service Center, 1993):

- 1) 건강하고 상호지원적이며 다양하고 지속가능한 조건에서 인간과 자연이 공존할 수 있는 권리를 주장한다.
- 2) 상호의존성을 인정하라. 인간설계요소는 모든 규모에서 광범위하고 다양한 함축성을 가지고 자연세계와 상호교류하고 의존한다. 설계에서의 고려를 확장시켜 멀리 있는 영향도 인정해야 한다.
- 3) 정신과 물질의 관계를 존중하라. 정신적 자각과 물질적 자각간의 기존의 그리고 발전되는 연관성이라는 측면에서 커뮤니티, 주거, 산업, 무역을 포함한 인간정주의 모든 국면을 고려하라.
- 4) 설계결정이 인간의 복지와 자연시스템의 생명력 그리고 공존할 권리에 미치는 결과에 대한 책임을 수용하라.
- 5) 장기적인 가치를 갖는 안전한 물건을 만들어라. 생산품의 부주의한 생산과 부주의한 생산 과정 및 기준이 만들어짐으로 인한 잠재적인 위험성을 관리하고 주의깊게 운영하는데 필요한 부담을 미래 세대에게 넘겨서는 안된다.
- 6) 쓰레기라는 개념을 제거하라. 쓰레기가 없는 자연시스템 상태에 접근하도록 생산품과 생산 과정의 모든 일생주기(Life cycle)를 평가하고 적정화해야 한다.
- 7) 자연에너지 흐름에 의존하라. 인간의 설계는 생명의 세계와 마찬가지로 연속적인 태양열로부터 창조력을 얻어야 한다. 책임있는 용도를 위해 이 에너지를 효율적이며 안전하게 통합시켜야 한다.
- 8) 설계의 한계를 이해하라. 어떤 사람도 영원하지는 않으며 설계가 모든 문제를 해결하지는 않는다. 창조하고 계획하는 자들은 자연앞에서 겸허해야 한다. 자연을 피해야 하거나 통제해야 할 불편함으로 삼기 보다는 하나의 모델이나 훌륭한 스승으로 취급하라.
- 9) 지식을 나눔으로서 꾸준한 발전을 모색하라. 장기적인 지속가능한 고려와 윤리적 책임을 결부시키고 자연적 과정과 인간활동간의 통합적 관계를 재정립하기 위해 동료와 후원자, 생산자와 이용자간에 공개적이고 직접적 의사소통을 촉진하라.

이러한 원칙들이 1993년 6월에 개최된 국제건축가연맹(International Union of Architects)세계총회와 미국 건축학회 총회에서 채택된 “지속가능한 미래를 위한 상호의존선

언(Declaration of Interdependence for a Sustainable Future)을 위한 토대가 되었다. 이 선언을 요약하면 1) 환경적 그리고 사회적 지속가능성을 실무와 사회적 책임의 핵심에 두어라, 2) 지속가능한 설계를 위해 실무와 절차, 생산품, 서비스, 기준 등을 개발하고 계속적으로 개선시켜라, 3) 지속가능한 설계의 중요성에 대해 건설산업과 고객, 일반인들에게 교육을 하라, 4) 지속가능한 설계가 완전한 지지를 얻는 표준실무가 될 수 있도록 정부와 기업의 정책, 규정, 기준을 변경하도록 노력하라, 5) 기존의 건조환경을 지속가능한 수준으로 제고시키라는 내용을 주요 골자로 하고 있다. 또한 환경설계에 관한 범전문분야위원회(Interprofessional Council on Environmental Design)는 지속가능한 설계를 위한 팀접근 방법을 주장하고 있다(U.S. National Park Service, Denver Service Center, 1993).

또한 위에서 제시된 원칙들을 환경설계에서 주로 많이 행해지고 있는 단지설계에 적용시킬 수 있는 지속가능한 단지설계의 원칙(Valdez Principles for Site Design)을 Andropogon Associates에서 개발한 적이 있는 데 다음과 같다(U.S. National Park Service, Denver Service Center, 1993):

1) 맥락(Context)의 인식—어떤 단지이든 단지의 맥락을 내다보지 않고 단지를 이해하고 평가한다는 게 불가능하다. 프로젝트를 계획하고 설계하기전에 넓은 지역사회에 미치는 영향에 비추어 기본적인 질문을 던져야 한다.

2) 경관을 상호의존적이고 상호연관된 것으로 보아야 한다.—재래식 개발은 흔히 경관의 분절화를 높이고 있다. 작은 섬과 같은 자연경관은 구조화된 개발에 의해 둘러싸여 있어 다양한 식물군집과 서식처를 지탱할 수 있는 능력이 감소되고 있다. 분절화된 경관이 재연결되고 단지 내 뿐만 아니라 단지주변의 다른 자연시스템과 연속적 네트워크를 형성함으로써 대규모의 전체시스템이 창조되어야 한다.

3) 자연경관과 개발을 통합해야 한다.—가장 잘 개발된 경관이라도 자연을 망각하고 자족적이 되지 못하고 있다.

4) 생물종다양성(Biodiversity)을 증진—환경은 동식물의 종이 멸종되어 가는 경험을 하고 있다. 단지설계는 지역의 동식물 군집을 보호하는 방향으로 나아가야 하고 새로운 조경식재설계는 단지의 자연형성 과정을 반영하는 유기적 패턴으로 다양한 자연 서식처를 면밀하게 재구축해야 한다.

5) 기체손 지역의 재활용—비교적 훼손되지 않은 이용가능한 토지가 점차 감소되어가고 단지가 낭비적인 방식으로 개발되어 감에도 불구하고 기존의 개발지는 포기하고 남아있는 농촌이나 자연녹지지역에 새로운 개발을 해 가고 있다. 이러한 과정은 거꾸로 바뀌어야 한다. 종전에 훼손된 지역은 특히 도시경관의 경우 재거주가 되어야 하고 복구되어야 한다.

6) 복원의 습관을 들이자—경관구조가 손상되면 이는 수선되거나 복원되어야 한다. 대부분

의 생태계가 점차 훼손되는 것이 증가하기 때문에 모든 개발사업은 복원의 요소를 반드시 가져야 한다. 단지의 훼손이 통제되지 않으면 생태계 훼손이 가속화되고 자연생태계는 다양성과 복잡성이 감소되어 간다. 효율적 복원을 위해서는 모든 단지요소 즉 토양, 물, 식생과 야생동물의 상호연관성을 인식하고 단지체계의 보완도 포함해야 한다.

한편 독일에서는 생태건축의 목표로서 첫째 건축물 시공과 유지, 관리에 필요한 에너지와 자원의 수요를 최소화한다. 둘째 자연의 순환체계와 재생가능한 자원을 효율적으로 활용한다. 셋째 물과 공기의 오염, 외부로부터 방출되는 열, 폐기물, 폐수의 양과 농도 그리고 토양의 포장을 최소화한다. 넷째 대지 주변에 다양한 종의 동물과 식물이 서식가능하게 한다. 다섯째 건축물을 주위경관과 어우러지게 배치하여 건강한 주생활과 업무가 가능하게 한다(김현수, 1995)는 점을 제시하고 있는 데 이 목표들은 내용으로 볼 때 지속가능한 설계의 원칙으로 볼 수 있을 것이다.

이미 살펴 본 지속가능한 설계의 원칙들을 종합해 보면 다음과 같은 원칙으로 요약할 수 있다: 1) 인간과 자연이 공존하도록 한다, 2) 인간과 자연의 상호의존성과 생태계의 상호의존성을 존중한다, 3) 정신과 물질의 관계를 존중하고 생태적 사고를 갖도록 한다, 4) 설계의 결과가 자연생태계에 미치는 영향을 고려한다, 5) 생태적 다양성을 유지하도록 한다, 6) 미래의 세대까지 고려한 장기적 가치를 기준으로 한다, 7) 자연에너지의 흐름과 자연의 순환체계 및 재생가능자원을 활용한다, 8) 환경오염을 최소화한다.

Ⅶ. 지속가능한 설계방법

이미 지속가능한 설계에 관심을 많이 갖고 이를 실천하고 있는 미국 국립공원청에서는 지속가능한 단지설계에 적용할 일반적 고려사항으로 다음과 같은 항목을 고려하고 있다(U.S. National Park Service(1993):

- 가. 자연경관과 자원에 대해 정신적으로 조화를 이루고 윤리적 책임을 갖도록 촉진할 것.
- 나. 주위의 상황에 맞추어 조경개발을 계획할 것.
- 다. 지속가능한 개발이 생태적 통합과 경제적 활력을 모두 유지하도록 할 것.
- 라. 단지를 동태적균형안에서 시간이 감에 따라 변화하는 통합된 생태계로 이해를 할 것: 개발의 영향은 이러한 자연의 변화내에 한정되어야 함.
- 마. 자원이 제자리를 못찾았을 뿐 쓰레기와 같은 것은 없는 것으로 인정할 것.
- 바. 단기적 건설비만이 아니라 장기적인 사회적, 환경적 비용으로 개발사업의 타당성을 평가할 것.
- 사. 개발이 이루어지기 전에 물과 영양물의 순환과정을 분석해 볼 것.

- 아. 식생훼손, 토지지형 변경, 수로의 변경 등을 최소화할 것.
- 자. 자연형에너지를 최대한 이용하도록 시설을 입지할 것.
- 차. 현장에서 발생된 모든 쓰레기는 그곳에서 처리하는 장소를 마련할 것.
- 카. 단지계획 초기에 환경적으로 안전한 현장에너지 생산과 저장수단을 결정할 것.
- 타. 개발의 누적적 환경영향을 모니터할 수 있도록 개발을 단계화할 것.
- 파. 자연생태계가 최대한 자력유지가 가능하도록 할 것.
- 하. 에너지 절약, 쓰레기 감소, 재활용, 자원절약 등의 기능이 방문자의 경험에 통합되도록 시설을 개발할 것.
- 가. 토착 재료나 기술을 구조물에, 향토수종을 조경에, 지역관습을 프로그램에 포함시킬 것.

또한 도시 및 건축분야에서 지속가능한 설계를 빠른 속도로 도입하고 있는 일본에서는 환경공생주택이라는 이름의 새로운 주거공간을 조성해 가고 있다. 환경공생주택은 지구환경을 보전하는 관점에서 에너지, 자원, 폐기물등의 면에서 충분히 배려하고 또한 주변 자연환경과 친밀하고 아름답게 조화를 이루게 하여 거주자가 주체적으로 관계를 맺으면서 건강하고 쾌적하게 생활할 수 있는 주택 및 그 지역환경을 말한다. 기타큐슈시 지구마을1번지의 사례를 보면 환경공생형주택의 계획요소로 다음과 같은 20가지의 요소를 고려하여 설계가 이루어졌다: 1) 온실, 2) 태양전지, 3) 지붕녹화, 4) 풍력발전기, 5) 솔라콜렉터, 6) 천정복사냉난방, 7) 천정선풍기, 8) 光樓(빛의 통로가 되는 탑), 9) 風樓(바람통로가 되는 탑), 10) 액티브 솔라, 11) 물순환, 12) 식재이용, 13) 건강한 건축자재, 14) 마루밑공간, 15) 태양열이용 상복사난방, 16) 쓰레기 분리, 17) 우수이용, 18) 高단열및 高氣密, 19) 콤포스트, 20) 패시브솔라 등의 요소를 배려하였다(이규인, 이재준, 1995).

한편 생태건축을 오래전부터 건립해 온 독일의 생태건축 사례에서 나타난 몇가지 경향을 보면 지속가능한 설계가 어떤 방법으로 이루어져야 하는 가를 암시해 준다고 볼 수 있다. 그 경향을 보면 첫째 전통적 자연재료인 흙이나 나무 등의 시공방법을 현대기술에 접목시켜 미래지향적으로 개선하려는 건축경향으로서 대표적인 사례는 G. Minke교수의 현대식 목조진흙주택을 꼽을 수 있다. 이 주택은 태양열 이용을 위해 남측에 커다란 온실을 만들고 건축으로 인해 파괴되는 토양생태계를 보상하기 위해 지붕위에 흙을 덮어 새로운 토양층을 형성시켰으며 이 토양층에 이식된 야생잔디는 산소를 공급하는 본질적 기능외에 공기중의 먼지를 제거하며 동식물의 서식처를 제공한다. 둘째는 재생가능하며 에너지 소비가 적고 무독성인 생태건축 소재를 적극적으로 활용한 건축시스템을 개발하려는 경향으로서 대표적인 건축소재로는 폐신문지를 원료로 하는 종이솜 단열재와 폐목재를 재활용한 목섬유 판재를 이용하고 있다. 셋째는 건축물의 공급처리시스템을 자연의 순환체계를 닮은 인공순환시스템으로 구축하려는 경향으로서 자연의 순환체계와 연계된 설비시스템을 건축물에 구축하여 에너지와 자연의 활용을 극대화하

며 궁극적으로 건축물을 인공생태계로 구성하여 생태계의 일부로 통합시키려는 시도이다. 넷째로는 건축환경을 생물서식이 가능한 공간 즉 소생물권(Biotop)으로 조성하고 이를 유기적으로 연계시키려는 시도이다. 이는 건축으로 인해 파괴되는 생물서식 공간을 건물옥상이나 건물 외피 또는 실내에 인공적으로 조성하여 생물다양성 보전을 꾀하며 궁극적으로 건축환경을 자연에 통합시키려는 의도이다. 다섯째는 내외부 공간구성 및 건축과정에 사회생태학적 개념을 적용하려는 움직임이다. 이는 물리적 생태건축 요소외에 건축의 계획, 설계 단계부터 완공에 이르기까지 수요자가 직접 참여하는 등 단지 전체의 공간구성과 주거블럭구성 등에 사회생태학적 개념을 적용시켜 기존의 주거단지들과 구별되는 특성을 지닌다(김현수, 1995).

지속가능한 설계가 우리보다 앞서서 이루어진 외국의 사례에서 나타난 설계 고려사항들을 분석해 보면 네가지 측면에서 주로 설계요소가 고려되었음을 알 수 있다. 즉 첫째는 환경에 미치는 영향의 최소화이고 둘째는 인공생태계를 생태계의 일부로 통합시키고 자연생태계를 회복하는 것이며 셋째는 물질순환의 활성화이고 넷째는 인간의 자연과의 공생이다.

1. 환경영향을 최소화하는 설계

단지설계나 조경설계에 의해 환경에 미치는 악영향을 최소화하기 위해서는 단지의 입지나 건물의 입지단계에서부터 대상지의 자연환경과 기후조건을 고려하여 적정입지가 선정되도록 해야 한다. 또한 단지설계에서의 공간배치나 건물의 배치시에는 자연지형과 조화되도록 배치하고 에너지를 절약하고 자연에너지를 최대한 활용하기 위한 설계가 되도록 해야 한다. 특히 기존의 식생훼손과, 토지지형의 변경, 수로의 변경 등을 최소화해야 한다. 건물의 설계시에는 건강한 자재를 이용하도록 하고 건축자재는 재활용될 수 있는 자재를 사용하도록 해야 한다.

2. 에너지절약 및 재생가능한 에너지를 활용할 수 있는 설계

지속가능한 설계의 원칙 중의 하나가 자연에너지의 흐름에 의존하는 것이기 때문에 인간생활에 필수적인 에너지를 자연에너지로부터 얻는 것이 필요하다. 또한 석유나 석탄 등의 화석에너지는 에너지 이용으로 인해 환경오염 물질이 배출되기 때문에 가능한 한 화석에너지의 이용은 최대한 줄이는 것이 바람직하다. 우리가 이용할 수 있는 자연에너지 중에서 무한하면서 이용가능성이 가장 높은 에너지는 태양에너지라고 볼 수 있다. 지속가능한 설계에서는 태양열을 이용하는 설계가 적극 반영되어야 한다. 즉 시설물의 설계나 건물의 설계에서부터 단지설계, 혹은 도시설계의 차원에서도 태양열이 이용될 수 있는 설계가 되어야 한다. 태양열 이외에도 풍력이나 바이오매스같은 자연에너지를 활용하는 것도 지속가능한 설계에서는 적극 반영해야 한다.

3. 물질순환을 활성화하는 설계

지속가능한 설계에서는 물질순환을 도모하는 설계가 이루어져야 하기 때문에 물의 재순환이

이루어지도록 해야 한다. 이를 위해서는 생태계에서의 물의 재순환을 고려해서 설계되어야 한다. 즉 우리가 물을 소비하게 되면 깨끗한 물이 오염된 물로 전환되어 폐수로 방출을 하게 된다. 폐수의 양을 줄이고 상수원에서 공급되는 물을 덜 소비하기 위해서는 생태계내에서 물의 순환이 많이 일어날수록 그 효과가 크게 된다. 따라서 물의 재이용을 촉진하도록 하는 설계가 되어야 한다. 현재까지 물의 재순환을 도모하기 위해 이용된 방법은 중수도시스템을 도입하여 한번 소비된 물을 정화하여 재이용하는 방법과 우수를 그냥 배수시키지 않고 이를 저류하여 재 활용하거나 지하수로 유입되도록 하여 지하수로 저류되게 하는 방법을 이용하고 있다. 이미 롯데호텔에서 중수도시스템을 이용해서 물의 재순환을 계속적으로 하고 있으며 산본신도시에서 실험적으로 중수도시스템을 단지차원에서 도입한 바 있지만, 우리나라의 상수도 요금이 워낙 싸기 때문에 경제성으로 비교하면 중수도가 더욱 비싸게 들어 가동을 중단한 상태이다. 이와같은 경험은 우리나라에서 물의 재순환을 위한 중수도시스템은 경제성이라는 측면으로 보면 아직까지는 단일건물의 수준에서만 가능하다는 것을 알 수 있다. 그러나 앞으로 상수도 요금이 계속 상승할 것으로 예상되는 반면에 중수도시스템의 설치 및 가동 비용은 현재보다는 저렴해질 것으로 예상되기 때문에 중수도시스템의 도입이 경제성을 가질 시기가 올 것으로 기대된다. 물을 재순환하기 위해 폐수를 정수처리하는 방법에서도 지속가능한 설계에서는 지금까지와 마찬가지로 폐수처리장을 생물화학적 처리방식을 택하기보다는 자연생태계의 시스템을 이용하는 방식을 택하고 있다. 즉 자연연못을 조성하여 수생식물과 습지식물을 식재하고 토양을 이용한 여과시스템을 설치하여 이를 폐수처리장치로 활용하고 있다.

인간은 일상생활이나 생산과정에서 물질을 이용하게 되며 그 결과 부산물로서 쓰레기가 발생된다. 쓰레기가 발생하는 것을 근본적으로 막을 수는 없기 때문에 환경오염의 피해를 줄이기 위해서는 쓰레기 발생량을 줄이는 방법을 택할 수 밖에 없다. 쓰레기를 줄이는 방법으로는 쓰레기의 발생자체를 줄이기 위해 생활이나 생산과정에서 물질의 소비를 줄이는 방법과 발생된 쓰레기를 재활용하는 방법이 있다. 지속가능한 설계에서는 쓰레기의 재활용을 촉진하는 방향으로 방안들이 제시되고 있다. 즉 음식물쓰레기의 경우는 퇴비화를 하여 정원이나 텃밭의 거름으로 이용되도록 한다든지 재활용가능한 쓰레기를 분리수거가 원활히 되도록 하는 설계를 하는 것이다. 특히 건축 폐자재의 재활용을 촉진하는 방향에서 재활용가능한 재료를 건축재료로 이용한다든지 하는 것도 지속가능한 설계의 방법이 될 수 있다.

4. 자연생태계의 회복

지금까지의 환경설계에서 주류를 이루었던 설계이념인 데카르트주의적 설계이념에서는 거의 무시되었던 자연생태계의 배려를 지속가능한 설계에서는 주된 이념으로 받아 들이고 있기 때문에 자연생태계의 회복을 위한 설계가 반드시 이루어져야 한다. 과거에 훼손되어버린 자연생태계를 복원한다는 것이 매우 어려운 일이기 하지만 여러가지 시도를 해가고 있다. 한가지 방

법은 치수위주로 공사를 하여 자연생태계가 훼손되어버린 하천을 복원하기 위해 기존의 콘크리트 제방과 직선형 하천을 자연형 하천으로 개조하고 있다. 하천의 직선수로를 자연형태의 수로로 만들고 콘크리트 제방도 자연식생이 자랄 수 있는 제방으로 개조하고 있다. 또 한가지 방법은 자연생태계가 유지될 수 있는 일정규모의 생태공간인 소생물권(Biotop)을 조사하여 이를 보전하거나 훼손된 소생물권을 다시 복원하는 방법도 활용되고 있다.

5. 인간과 자연이 공생할 수 있는 설계

생물다양성을 회복하고 유지하기 위해서는 인공환경의 조성으로 사라져 가고 있는 자연생태계를 적극적으로 조성하며 인공생태계와 연결되도록 해야 할 것이다. 단지설계나 도시설계에서 오픈스페이스가 확보되도록 하고 이들이 네트워크로 연결되도록 해야 생태적으로 유리해질 것이다. 또한 생태공원을 조성하고 녹도를 조성하는 것도 야생동물이나 곤충들의 서식환경을 제공하는데 기여할 수 있을 것이다. 우리나라의 도시와 같이 토지가 부족하고 인구밀도가

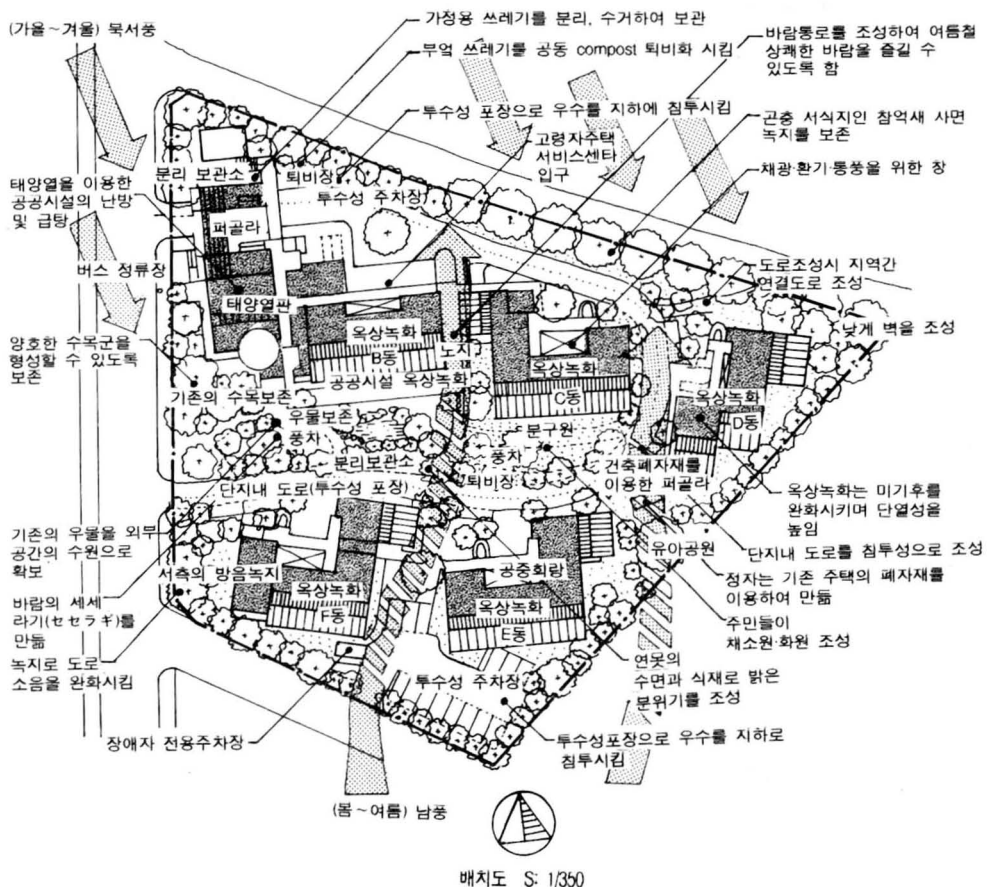
〈표 3〉 지속가능한 설계에서 이용가능한 기법과 적용대상

지속가능설계에서 이용가능한 기법	도시	단지	건물(주택)
자연지형의 활용	○	○	○
미기후를 고려한 단지계획	○	○	
소생물권(Biotop)의 조성	○	○	
야생동물 서식공간의 조성	○	○	
녹지네트워크 조성	○	○	
생태공원의 조성	○	○	
자연형하천의 조성	○	○	
우수의 활용		○	○
중수시설의 도입		○	○
태양열에너지 활용		○	○
자연에너지 활용		○	○
쓰레기 재활용		○	○
쓰레기 소각열 활용	○	○	
자전거 도로	○	○	
보행자전용도로	○	○	
지하수의 함양	○	○	
유기물쓰레기 퇴비화		○	○
직주근접형 단지배치	○	○	
건물벽면 녹화			○
지붕녹화			○
분구원설치	○	○	
유기농업도입		○	
자연연못 폐수정화	○	○	
건강한 건축자재활용			○
재생가능한 에너지절약형 건축자재활용			○

높은 곳에서는 인공지반에 옥상조경을 하거나 벽면녹화를 통해 자연과의 공생을 도모하는 방법도 모색해야 할 것이다. 생태관광시설의 입지시에는 자연의 모습을 훼손시키는 것을 최소화 하고 주요 수목을 베어내지 않도록 입지시키며 건물은 야생동물의 이동이 허용될 수 있도록 간격을 띄워서 배치해야 하고 단지내의 야간조명은 야생동물의 주야주기가 깨지지 않도록 통제되어야 한다(D. E. Hawkins(eds), 1993).

앞에서 언급된 지속가능한 설계에서 고려되어야 할 요소들이 설계안에 반영되어 구체화되기 위해서는 이를 뒷받침할 수 있는 기법과 기술개발이 반드시 수반되어야 한다. 지속가능한 설계를 위해 이용될 수 있는 기법 혹은 기술과 어느 규모의 대상지역에서 적용가능한 가를 살펴보면 (표 3)에서 보는 바와 같다.

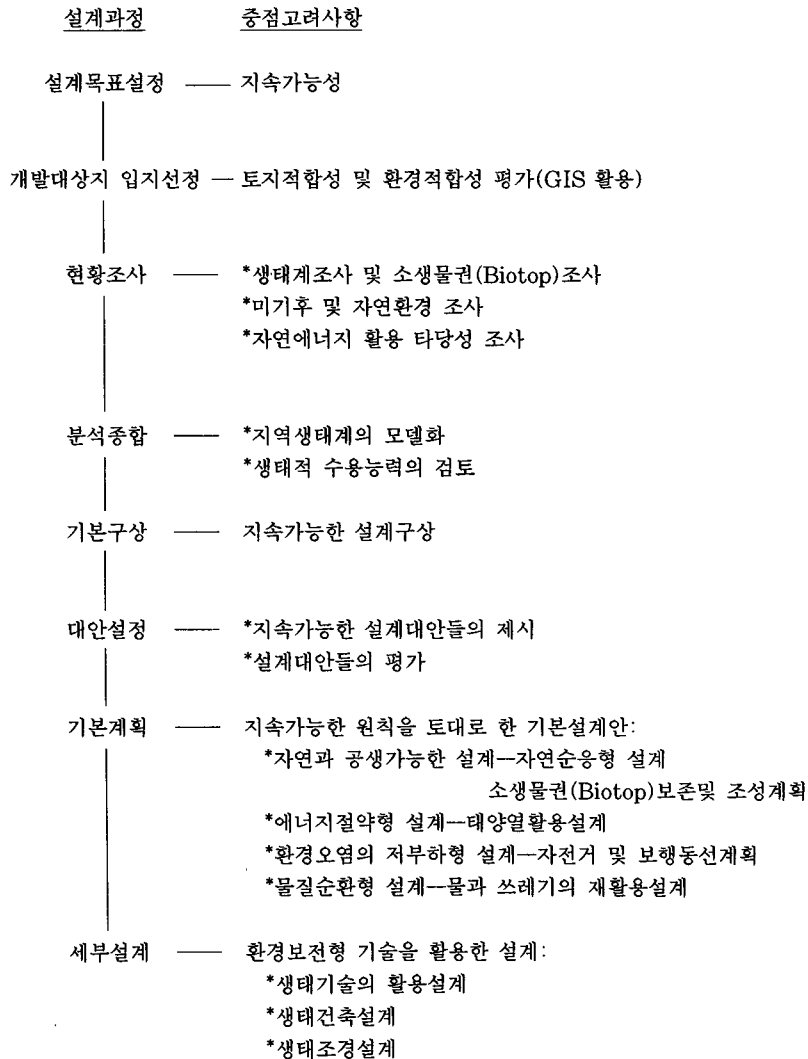
(표 3)에서 제시된 바와 같은 지속가능한 설계를 위해 이용가능한 기법들을 활용하여 단지 설계를 한 사례를 제시하면 (그림 1)에서 보는 바와 같다.



〈그림 1〉 지속가능한 단지설계 사례

VII. 지속가능한 설계의 과정

지속가능한 설계가 되도록 하기 위해서는 단지설계의 과정에서 어떠한 고려가 중점적으로 이루어져야 하는가를 살펴보면 (그림 2)에서 제시된 바와 같다.



〈그림 2〉 단지설계 과정에서의 지속가능한 설계의 도입

VIII. 지속가능한 설계의 외국사례

1. 미국 우드랜드(Woodland)신도시의 생태적 배수처리 방법

미국 텍사스주 우드랜드 신도시개발사업의 과정에서 생태적 원리를 활용하여 배수처리를 한 사례로서 종래 해오던 토목적 배수처리방식과는 달리 배수관을 전혀 사용하지 않고 전체 도시(약 2,400만평 규모)의 배수를 자연지세, 토양의 투수능력 등을 고려하여 자연생태계의 수분 흡수능력을 극대화시킴으로서 배수처리를 하였다. 대상도시의 토양, 수목, 풀 등의 수분흡수능력을 조사분석해 본 결과 토양의 종류, 수목의 종류에 따라 수분흡수능력이 현저히 차이가 있다는 것을 발견하여 자연생태계의 수분흡수능력을 최대화시키고 몇 개의 유수지만을 조성하면 전체 도시의 배수처리가 가능하다는 것을 판단하고 이를 실현시켰다. 반드시 필요한 지역을 제외하고는 포장을 하지 않아 토양의 투수능력을 최대화하고 건물의 건립도 배수로가 되는 지형을 피해서 이루어지고 수분흡수능력이 우수한 토양과 수목은 보존하고 새로히 식재도 함으로서 가능했다(M. Hough, 1988).

2. 영국 런던의 William Curtis Ecological Park

영국 최초의 생태공원으로서 1977년 약 1ha 규모로 개장되었다가 1985년 재개발로 폐쇄되었는데 약 5만명의 탐방객이 이용하였다. 이를 계기로 Ecological Parks Trust(The Trust for Urban Ecology로 바뀜)가 발족되어 생태공원 조성운동을 주도하게 되었다. 이 공원의 주요 내용은 시각적 흥미와 서식처, 생육지(Habitat)의 다양성을 증진시키기 위해 터파기나 성토, 자갈, 모래갈기 등 기반조성을 다양하게 처리하였고 조성된 자연계를 접하고 학습할 수 있도록 탐방동선체계를 계획하였으며 안내센터를 설치하였다. 또한 동식물의 단위서식장소(생물학적 공간단위)이며 생명유기체가 비교적 안정된 상태로 살아가는 장소인 소생물권(Biotop)을 조성하였다(오구균, 1993).

3. 미국 Louisiana주 New Orleans시 Audubon 생태공원

이는 22.6ha 규모의 자연생태 동물원으로서 7개의 주요 전시시설로 구성되었다. 이 공원은 과거에는 늪지였는데 이 지역의 습지생태의 해석에 기초하여 설계가 이루어졌다. 이 지역의 습지에 고유한 식물과 동물을 모아 전시함으로 이 지역습지의 자연생태를 재현시켰으며 식재는 자생하는 식물의 생태종을 식재하고 필요한 경우에만 제한적으로 간벌함으로서 모든 식물의 종들이 유지되고 자연적인 식생의 천이가 이루어지도록 조성하였다. 이 공원에는 약 50종의 야생동물이 수용되어 있고 습지생태의 탐방로도 설치되어 있다(현중영, 1993).

4. 독일 베를린시 크로이츠베르그구 데사우어거리 갈대밭 정화조

아파트에서 나오는 생활오수를 연못으로 흘려보내 갈대로 하여금 정화토록 한뒤 이 정화된 물을 다시 가정으로 공급하여 화장실 수세용으로 재활용하도록 만들어진 세계최초의 생태적 정화시설이다. 갈대정화시설은 모두 12단계로 나누어져있으나 크게 보아 침전조, 갈대밭, 정화못 등 3단계로 구분되어 있으며, 가정에서 나오는 생활오수는 먼저 2개의 침전조로 흘러가고 여기에서 2시간동안 물위의 찌꺼기가 가라앉기를 기다려 갈대밭으로 보내어진다. 갈대와 풀풀, 그리고 갈대로 이어지는 갈대밭을 지나는 동안 식물뿌리 주변에 발생한 미생물이 오염물질을 걸러내고 세균을 죽이게 된다. 습지식물은 특수한 자체 공기통로를 가지고 있어 물속에서도 질식하지않고 뿌리에 산소를 공급하여 오수를 분해시킨다는 원리를 이용하고 있다. 갈대밭을 지난 오수는 다시 1백톤 크기의 정화못에 도달하여 3일간 머무르면서 생물학적 원리에 의해 더욱 정화되어 별도의 수도공급관을 타고 가정으로 되돌려 진다. 정화소요시간은 5-7일 정도 걸리며, 가구당 년평균 2,400리터의 물을 절약하여 30%이상의 수도료를 절약하고 있다.

5. 미국 Louisiana주 Crowley시 하수처리시설

기존의 기계식 하수처리장이 고장이 잦아 대대적 수리가 필요해서 다른 대안으로 생태적 하수처리를 채택(1992년 개설)하였다. 178 에이커(약 22만평)의 면적인 하수처리시설은 외관상으로는 조경공간으로 보이는데 물이 보이고 물속과 물가에 식생이 자라며 주변에는 수목군이 배경을 이루는 경관을 이루고 있다. 하수처리과정을 살펴보면 1) 예비스크린-250만 갤런 하수를 산화연못(전체면적의 절반이상)으로 유입-2) 7주이상 산화연못에 저류-3)늪지와 수생식물(키 큰 갈대, 줄개구리밥 등)이 가득찬 연못에 유입, 이들 수생식물은 하수에 용해, 혹은 침전된 물질을 분해하는 미생물을 지원해 줌-4)하수를 자외선 방식으로 살균한 후 호수출수구로 방출-이들 수생식물과 미생물은 하수속의 폐기물을 그들 자신의 생체량(Biomass)을 길러주는 영양소로 흡수하게 된다(J. T. Lyle, 1994).

6. 미국 남캘리포니아주 Ventura County의 Ahmanson Ranch의 주거단지개발 사업

이전에 양을 키웠던 목장으로서 13,000에이커(약 1,600만평)규모의 주거단지인데 전체지역의 약 90%는 전혀 개발하지 않고 언덕과 숲이 있는 공공 오픈스페이스로 남겨 놓았다. 이 지역은 주민들이 자동차를 멀리 하도록 전기서들과 컴퓨터를 이용한 재택근무와 보행로와 자전거 도로를 도입하고 있다. 우수를 하수관으로 내보내기 보다는 우수지에 가두어 고갈된 지하수위를 보충하고 있으며, 잔디와 외래수종 대신에 향토수종 혹은 내건성의 수목을 식재하였다. 모든 지속가능성 요소를 일관성있고 반복가능한 모델로 통합시킨 첫번째 시도라고 볼 수 있다(P. Roberts, 1994).

7. 미국 동부 버지니아주의 Haymount 주거단지계획

Rappahannock 강변의 농경지 1,700에이커(약 208만평)를 4,000세대 입주하는 주거단지로 개발했는데 생태건축재료(투수성 포장, 지속가능하게 벌채된 목재 등)만 사용하였다. 에너지절약의 일환으로 지역고용을 촉진시키고 통근교통을 감소시키기 위해 오피스와 상업건물공간을 750,000 평방피트 확보하고 모든 주거는 상점, 놀이터, 각종 서비스시설과 보행권내에 위치시켰으며 많은 지역은 개발하지 않고 대규모 야생동물 이동로(Wildlife corridor)로 남겨두었다. 개발지역에서는 계약조건으로 식재수종을 한정하여 유기농법으로 관리되는 향토수종 혹은 식용의 종(edible species)만을 식재하고 우수와 오수는 조성된 저습지를 이용해 현지에서 정화하였다(P. Roberts, 1994).

8. 미국의 Prairie Crossing 주거단지 계획

농촌특성을 보존하는 단지개발로서 농장은 화학비료와 농약을 사용하는 농업 대신에 지속가능한 접근으로 유기농법을 이용한 농장으로 보존하였다. 농업용창고등 기존의 농장건물을 재활용하여 지역사회센터나 농산물시장으로 이용하고 단지내 면적의 70%를 오픈스페이스로 확보(160에이커의 초원조성, 22에이커의 호수, 13에이커의 습지와 유기농법농장)하였다. 이단지를 2,200에이커의 Liberty Prairie Reserve(초원보존지)와 Des Plaines강과 연결하고 초원과 습지를 조성하면서 우수유출량과 오염부하를 줄이기 위해 식재된 늪지를 이용한 4단계 우수여과시스템을 시행하도록 하였다(F. E. Martin, 1995).

9. 독일의 Kiel Hasse 생태주거단지

이 주거단지는 20호의 주거공동체로서 단지의 모든 시스템을 생태계로 보고서 이들 시스템의 물질순환이 원활히 이루어지도록 조성해 나가고 있다. 자연형 태양열 이용시스템을 갖추고 에너지를 절약하기 위해 단열과 지붕의 녹화를 하며 건축재료도 독성이 없고 자원절약형의 자연재료를 이용하고 있다. 우수를 이용하기 위해 집수하여 연못에 저장하고 화장실도 물을 쓰지 않는 건조식 화장실을 설치하고 있다. 단지에서 배출되는 오수는 정화연못에 식물정화시설을 설치하여 자연오수정화가 되도록 하고 있다.

10. 일본의 世田谷區 환경공생주택단지계획

지구환경을 보전하고 주변환경과의 친화성을 제고하며 거주환경의 건강과 쾌적성을 도모한다는 세가지 목표하에 단지계획을 수립하였다. 지구환경을 보전하기 위해 에너지 소비를 감소시키고 유효하게 이용하는 기술, 자연에너지와 미이용에너지를 유효하게 이용하는 기술, 물을 순환하고 폐기물을 재활용하는 기술과 내구성을 장기화하는 기술들을 도입하였다. 또한 주변환경과의 친화성을 제고하기 위해서는 생태적으로 풍부하고 순환성을 배려하는 기술, 건물내

외의 연관성을 향상하는 기술, 지역문화와 자원을 조화시키는 기술 등을 도입하고 있다. 거주 환경의 건강과 쾌적성을 도모하기 위해서는 자연의 은혜를 향수하는 기술, 안전하고 건강하며 쾌적한 실내환경을 만드는 방안, 그리고 아름답고 조화되는 디자인, 풍부한 동네의식을 달성하는 방안들이 제시되고 있다(盛岡通 편저, 1994)

9. 우리나라에서의 지속가능한 설계를 위한 과제

우리나라에서 지속가능한 설계가 이루어지기 위해서는 여러가지 해결해야 할 과제가 있다. 첫째는 국토나 도시 등의 공간과 건축물을 계획하고 설계하는 계획가나 설계가와 제품디자인이나 그래픽디자인을 하는 디자이너들이 환경이나 생태계에 대한 이해를 높여 친환경적이라는 개념과 지속가능한 설계패러다임의 철학을 충분히 이해해야 할 것이다. 둘째는 공간을 계획하고 설계하는 일을 주문하는 발주자, 즉 주로 관련 행정기관의 정책결정자들이나 민간기업들이 지속가능한 설계에 대해 충분한 이해를 하고 이를 발주시에 적극 포함시켜야 할 것이다. 셋째는 공간의 질이나 제품의 질을 평가하는 기준이 변화되어야 한다. 이제까지는 공간의 질이나 제품의 질을 평가하는데 미적 기준이나 기능성이라는 기준에 의해 주로 평가되었다고 할 수 있는데, 이제는 공간의 질이나 제품의 질을 지속가능성의 기준 혹은 친환경적 기준을 같이 고려해 평가되는 것이 바람직하다고 본다. 즉 지속가능성의 기준에 맞추게 되면 미적 기준이나 기능성에서는 좀 떨어질 수 있으나, 이러한 경우 지속가능성의 기준을 고려하여 높이 평가되는 것이 바람직하다. 넷째는 현재와 같이 환경의 가치를 경제가치로 환산하지 않는 방법으로는 지속가능한 설계가 이루어지면 경제성도 없고 비용이 많이 드는 경우가 대부분이기 때문에 이를 실현시키기 위해서는 법적인 조치를 통해 촉진시키는 방안이 마련되어야 한다고 본다. 다섯째는 지속가능한 설계기법의 개발이 충분히 이루어져야 할 것이다. 아직까지 구체적 기법이 많이 개발되어 있지 않기 때문에 실제로 지속가능한 설계를 시도하고자 해도 어떻게 설계를 하고 이를 가능하게 하는 기술이 어떤 것인가에 대한 명확한 방안을 제시하지 못하고 있다. 따라서 기법개발에 관한 더 많은 연구가 이루어져 이를 기술적으로 충분히 뒷받침해 줄 때 지속가능한 설계가 보급될 수 있을 것이다.

참고문헌

- 김귀곤(1993), 「생태도시계획론」, 서울, 대한교과서주식회사.
 김현수(1995), “생태건축, 그 의미와 전개방향”, 「건축세계」, 95년 10월호.
 양병이(1992), “환경보전시범도시(Ecopolis)계획”, 「도시문제」, 284호.
 양병이(1992), “환경보전도시(Ecopolis)조성을 위한 계획방향”, 한국조경학회 및 한국생태학

- 회 공동심포지움 “지속가능한 개발과 생태계 복원” 발표논문집.
- 오구균(1993), “생태공원 계획및 설계”, 「환경과 조경」, 61호, 93. 5.
- 이경재(1994), “사라지는 서울의 녹지공간”, 「환경리포트」, 통권 9호.
- 이규인, 이재준(1995), “일본의 환경공생주택의 이론과 실천”, 「건축세계」, 95년 10월호.
- 환경관리공단(1992), 「포항시 환경보전시범사업 추진을 위한 환경현황조사 및 대상 사업 구체화방안」.
- 현중영(1993), “외국의 생태공원사례”, 「환경과 조경」, 61호, 93. 5.
- 盛岡通 편저(1994), 「環境まもり 育てる技術」, 東京, 行政學會印刷所.
- Blowers, Andrew(ed.)(1993), *Planning for a Sustainable Environment*, London, Earthscan Publications Ltd.
- Crowther, Richard L.(1992), *Ecologic Architecture*, Boston, Butterworth Architecture.
- Grenier, Dale et al.(1993), “Ecotourism, landscape architecture and urban planning”, *Landscape and Urban Planning*, 25.
- Hough, Michael(1988), *City Form and Natural Process*, 신용석외 공역, 「도시경관생태론」, 서울, 기문당.
- Leccese, Michael(1992), “Can sightseeing save the planet?”, *Landscape Architecture*, vol. 82, no. 8,
- Lyle, John T.(1994), “Looking at landscape, seeing process”, *Landscape Architecture*, Jan. 1994, vol. 84, no.1.
- Mackenzie, Dorothy(1995), *Green Design*, London, Laurence King Ltd.
- Martin, Frank Edgerton(1995), “Riverside revisited”, *Landscape Architecture*, Aug., 1995, vol.85, no.8.
- Motloch, John L.(1990), *Introduction to Landscape Design*, Van Nostrand Reinhold, 박찬용, 현중영 공역(1995), 「조경설계론」, 대우출판사.
- Pearce, D., Markandya, A. and Barbier, E. B.(1989), *Blueprint for the Green Economy*, Earthscan Publication.
- Roberts, Paul(1994) “Is sustainable attainable?”, *Landscape Architecture*, Jan. 1994, vol. 84, no.1.
- Ryn, Sim Van der and Peter Calthorpe(1986), *Sustainable Communities*, San Francisco, Sierra Club Books.
- Spirn, Anne Whiston(1984), *The Granite Garden*, New York, Basic Books, Inc.
- Stedman, B.J. and Hill, Teresa(1992), “Introduction to the Special Issue:

Perspectives on Sustainable Development", *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 12.

U.S. National Park Service, Denver Service Center(1993), *Guiding Principles of Sustainable Design*

Walter, Bob, Lois Arkin, Richard Crenshaw(ed.)(1992), *Sustainable Cities*, Los Angeles, Eco-Home Media.

WCED(1987), *Our Common Future*, Oxford, Oxford University Press.